

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-019485

(43)Date of publication of application : 23.01.2002

(51)Int.Cl.

B60K 28/14  
B60R 21/00  
B60T 8/00  
B62D 6/00  
F02D 11/04  
G08G 1/16  
// B62D111:00  
B62D113:00  
B62D137:00

(21)Application number : 2000-206268

(22)Date of filing : 07.07.2000

(71)Applicant : HITACHI LTD

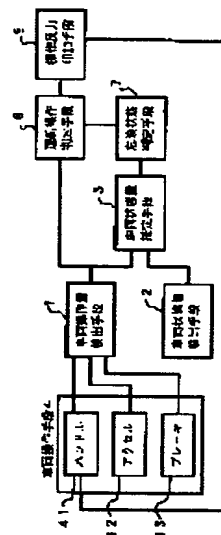
(72)Inventor : NISHIGAITO TAKAOMI  
ICHINOSE MASANORI  
YOKOYAMA ATSUSHI  
KADOMUKAI YUZO  
SAITO HIROYUKI

## (54) DRIVE SUPPORTING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a drive supporting device enabling the drive support in which various dangerous conditions of a vehicle are judged in correlation to each of composite operations, and these dangerous conditions are effectively avoided.

**SOLUTION:** This drive supporting device comprises a vehicle operational quantity detecting means 1 for detecting the vehicle operational quantity from a vehicle operating means 4 comprising a steering wheel 41, an accelerator 42, a brake 43, etc., a vehicle state quantity grasping means for grasping various state quantities of the vehicle (a vehicle state quantity detecting means 2 and a vehicle state quantity estimating means 3), an operation reaction applying means 5 for applying the operation reaction to each vehicle operating means, a dangerous condition judging means 7 for judging whether or not the vehicle is in a dangerous condition by using the vehicle state quantity, and an operation judging means 8 for judging the vehicle operation causing the dangerous condition, and changes the operation reaction to the vehicle operating means corresponding to the vehicle operation judged by the operation judging means.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-19485

(P2002-19485A)

(43)公開日 平成14年1月23日(2002.1.23)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト <sup>7</sup> (参考)
B 6 0 K 28/14		B 6 0 K 28/14	3 D 0 3 2
B 6 0 R 21/00	6 2 4	B 6 0 R 21/00	6 2 4 C 3 D 0 3 7
	6 2 6		6 2 4 E 3 D 0 4 6
			6 2 6 A 3 G 0 6 5
			6 2 6 C 5 H 1 8 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2000-206268(P2000-206268)	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所
(22)出願日	平成12年7月7日(2000.7.7)		東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
		(72)発明者	西垣戸 貴臣 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
		(72)発明者	一野瀬 昌則 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
		(74)代理人	100093872 弁理士 高崎 芳敏

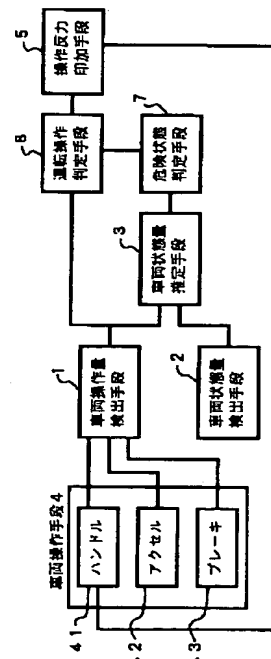
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 運転支援装置

## (57)【要約】

【課題】 複合している各運転操作に相関させて車両の様々な危険状態を判定し、これらの危険状態をより効果的に回避することができるような運転支援を可能とする運転支援装置の提供。

【解決手段】 運転支援装置は、ハンドル41、アクセル42、ブレーキ43などからなる車両操作手段4からそれぞれの車両操作量を検出する車両操作量検出手段1、車両の諸状態量を把握する車両状態量把握手段(車両状態量検出手段2、車両状態量推定手段3)、各車両操作手段に操作反力を加える操作反力印加手段5、車両状態量を用いて車両が危険な状態であるか否かを判定する危険状態判定手段7、及び危険状態の原因となった車両操作を判定する運転操作判定手段8を備え、そして運転操作判定手段により判定された車両操作に対応する車両操作手段への操作反力を変化させるようになっている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の運転支援装置において、複数の車両操作手段の各々に入力される各車両操作量を検出する車両操作量検出手段と、車両の諸状態量を把握する車両状態量把握手段と、前記各車両操作手段に操作反力を加える操作反力印加手段と、前記車両状態量を用いて車両が危険な状態であるか否かを判定する危険状態判定手段と、この危険状態判定手段で車両が危険状態であると判定された場合にその原因となった車両操作を判定する運転操作判定手段とを備え、そして前記運転操作判定手段により危険状態の原因であると判定された車両操作に対応する前記車両操作手段への前記操作反力印加手段による操作反力を変化させるようにしたことを特徴とする運転支援装置。

【請求項2】 車両が危険な状態であると判定された時点を含む特定の区間における車両操作量を記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された車両操作量を前記車両操作量検出手段により検出された車両操作量と比較する比較手段を設け、この比較手段による車両操作量の比較結果を車両の危険状態判定に用いることができるようにした請求項1に記載の運転支援装置。

【請求項3】 車両の位置を検出する車両位置検出手段を設け、車両が危険な状態であると判定された時点を含む特定の区間について、前記車両位置検出手段で検出した車両の位置も前記記憶手段に記憶し、この記憶された車両位置を前記車両位置検出手段で検出の車両現在位置と前記比較手段により比較し、この比較結果も危険状態判定に用いることができるようにした請求項2に記載の運転支援装置。

【請求項4】 現在の操作が維持された場合の将来の車両状態を予測する車両状態予測手段を設け、この車両状態予測手段での予測を車両の危険状態判定に用いることができるようにした請求項1～請求項3の何れか1項に記載の運転支援装置。

【請求項5】 車両前方の道路情報を検出する道路情報検出手段と、検出された道路情報を用いて必要な操作量を予測する操作量予測手段を設け、この操作量予測手段により予測された操作量に基づいた場合の車両状態量を前記車両状態予測手段で予測し、この予測を車両の危険状態判定に用いることができるようにした請求項4に記載の運転支援装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は車両走行中に危険な状態が発生する可能性のある場合に、ハンドルやアクセルあるいはブレーキなどの車両操作手段に操作反力を加えることなどにより運転者にこの危険状態を認知させて、より安全な運転操作を可能とするような支援をなすための運転支援装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】車両走行中に発生しうる危険状態を判定し、これに基づいて運転操作を抑制するなどして車両運転の安全性を高めるための技術については、例えば特開平10-211886号、特開平10-166889号、特開平1-161600号、特開平8-40295号、特開平8-335298号、特開平10-194150号、特開平10-194150号、特開平11-286280号などの各公報に開示の例が知られている。例えば特開平10-211886号公報に開示の技術は、障害物検出手段及び障害物認識手段により危険度を判定し、判定した危険度に応じてハンドル操作を抑制することによって安全な運転操作を支援するものであり、特開平10-166889号公報に開示の技術は、車間距離を検出することにより危険度を判定し、それに応じてアクセルペダルに対する操作反力を変化させることによって運転者に適切な警報を発するものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記した各従来技術はどれも単一の運転操作のみに注目した操作の抑制である。このため以下に示す点において必ずしも十分な安全性を提供することができないという問題があった。すなわち、実際の運転操作はハンドル、アクセル、ブレーキ等の操作による複合操作であり、単一の運転操作のみに注目した操作の抑制では十分な安全性を確保することは困難である。また、障害物検出あるいは車間距離検出等による自車と他の物体等の障害物との位置もしくは速度等の情報のみでは、遭遇する可能性のある危険状態やその程度を判定するには不十分である。例えば、カーブを曲がるためのハンドル操作中にブレーキ操作を行う等の複合操作は大多数の運転者が経験することであるが、カーブ通過の速度が大きい場合、タイヤの横力が限界近辺に達してしまっているおそれがあり、この状態でのブレーキ操作は車両のスピン等を引き起こす可能性を高めてしまう。また、通常の運転者は、タイヤの横力等の車両の状態量を認識することができないため、この状態で自車と他車あるいはガードレール等との相対距離、相対速度の情報を検知することができたとしても、それだけでは高い安全性を確保するのには必ずしも十分でない。さらに、車線変更や障害物の回避など通常の運転操作に関しても、普段は問題ない操作であっても雨の日など路面状態の悪いときにはタイヤ横力等の状態量が簡単に限界近辺まで達してしまうことがある。この場合も限界を認識できないため運転者はその危険性に気が付きにくいと考えられ、このような運転操作を繰り返してしまうおそれがある。したがって本発明の目的は、複合している各運転操作に相関させて車両の様々な危険状態を判定し、これらの危険状態をより効果的に回避することができるような運転支援を可能とする運転支援装置の提供にある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的のために本発明

では、複数の車両操作手段の各々に入力される各車両操作量を検出する車両操作量検出手段と、車両の諸状態量を把握する車両状態量把握手段と、前記各車両操作手段に操作反力を加える操作反力印加手段と、前記車両状態量を用いて車両が危険な状態であるか否かを判定する危険状態判定手段と、この危険状態判定手段で車両が危険状態にあると判定された場合にその原因となった車両操作を判定する運転操作判定手段とを備え、そして前記運転操作判定手段により危険状態の原因であると判定された車両操作に対応する前記車両操作手段への前記操作反力印加手段による操作反力を変化させるようにした構成の運転支援装置とした。また本発明では、前記車両状態量を用いて算出される危険度を所定のしきい値と比較することで車両が危険な状態であるか否かを判定するように、上記運転支援装置における危険状態判定手段を構成している。また本発明では、前記運転操作判定手段における判定に、危険状態判定時に近接してなされた車両操作についての前記車両操作量の大小を用いることができるように上記運転支援装置を構成している。また本発明では、上記のような運転支援装置について、車両が危険な状態であると判定された時点を含む特定の区間における車両操作量を記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された車両操作量を前記車両操作量検出手段により検出された車両操作量と比較する比較手段を設け、この比較手段による両車両操作量の比較結果を車両の危険状態判定に用いることができる構成としている。また本発明では、上記のような運転支援装置について、車両の位置を検出する車両位置検出手段を設け、車両が危険な状態であると判定された時点を含む特定の区間について、前記車両位置検出手段で検出した車両の位置も前記記憶手段に記憶し、この記憶された車両位置を前記車両位置検出手段で検出の車両現在位置と前記比較手段により比較し、この比較結果も危険状態判定に用いることができる構成としている。また本発明では、上記のような運転支援装置について、現在の操作が維持された場合の将来の車両状態を予測する車両状態予測手段を設け、この車両状態予測手段での予測を車両の危険状態判定に用いることができる構成としている。また本発明では、上記のような運転支援装置について、車両前方の道路情報を検出する道路情報検出手段と、検出された道路情報を用いて必要な操作量を予測する操作量予測手段を設け、この操作量予測手段により予測された操作量に基づいた場合の車両状態量を前記車両状態予測手段で予測し、この予測を車両の危険状態判定に用いることができる構成としている。また本発明では、上記のような運転支援装置について、予測された操作量と現在の操作量との比較における偏差の大小を危険状態の原因となった車両操作の判定に用いることができる構成としている。また本発明では、上記のような運転支援装置について、前記運転操作判定手段により危険原因とされた運転操作の操作量が0

であった場合に表示もしくは音声により運転者に警告を発する構成としている。

【0005】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。図1に第1の実施形態による運転支援装置の構成を示す。本実施形態の運転支援装置は、車両操作量検出手段1、車両状態量検出手段2、車両状態量推定手段3、車両操作手段4、操作反力印加手段5、危険状態判定手段7及び運転操作判定手段8を備えている。車両操作量検出手段1は、車両のハンドル41やアクセル42、ブレーキ43などからなる車両操作手段4に取り付けられ、ハンドルの回転角、アクセルの踏み込み量、ブレーキの踏み込み量などの車両操作量を検出する。車両状態量検出手段2と車両状態量推定手段3は両者が合わさって、車両の諸状態量（これには実際の検出で得られる実状態量と推定で得られる推定状態量がある）を把握する車両状態量把握手段を形成している。そして車両状態量検出手段2は、車両運動を検知する各種センサによって構成され、例えば車体のヨーレート、前後方向や横方向の加速度、各車輪の回転速度などの車両状態量を検出する。一方車両状態量推定手段3は、車両操作量検出手段1で検出された車両操作量と車両状態量検出手段2で検出された実状態量の入力を受けて、車両状態量検出手段2によっては検出されない状態量、例えばタイヤ横力や車輪荷重、路面の摩擦係数などを逐次推定する。

【0006】車両状態量推定手段3は一例として図2に示すような構成とすることができる。この例の車両状態量推定手段3は、車両運動モデル実行手段15、固定パラメータ設定手段16及び可変パラメータ設定手段17を有している。車両運動モデル実行手段15は、実測された車両操作量、固定パラメータ設定手段16が与える例えば車体寸法などの固定パラメータ、及び可変パラメータ設定手段17が与える例えば路面摩擦係数などの可変パラメータをもとに車両の運動モデルを実行して車両応答を求める。この車両応答は、実測対象の車両状態量（ヨーレート、前後方向や横方向の加速度、車輪の回転速度など）と実測対象外の車両状態量（タイヤ横力や車輪荷重など）を伴っている。したがってその車両応答に伴うヨーレート、前後方向や横方向の加速度それに車輪の回転速度などを車両状態量検出手段2から入力のそれらと比較しながら両者が所定の範囲で一致するまで可変パラメータの値を変更し、そして両者が所定の範囲で一致した時点での可変パラメータ、例えば路面摩擦係数を推定値として求めることができる。また路面摩擦係数の推定値が与えられるのと同時に、タイヤ横力や車輪荷重なども運動モデルの内部変数として与えられる。つまり運動モデルの内部変数であるタイヤ横力や車輪荷重などと、可変パラメータである路面摩擦係数などを推定状態量として得ることができる。なお路面摩擦係数については、ワイバスイッチの状態を検知することにより雨天で

あるという情報を併用したり、暖房スイッチの状態または外気温の状態を検知することにより路面凍結の可能性についての情報を併用したりすることなどで、その精度を高めることも可能である。

【0007】車両状態量推定手段3で求められる推定状態量は危険状態判定手段7に入力される。危険状態判定手段7は、これらの情報から車両が危険な状態になったか否かを判断する。ここではタイヤ横力の大きさについて判断する場合の例を述べる。まず、入力された路面摩擦係数と各車輪の荷重などの車両状態量から危険状態判定手段7がタイヤ横力の限界値を算出する。すなわちタイヤ横力の限界値は、路面摩擦係数が高ければ上昇し、また車輪荷重が大きければ上昇するので、これら路面摩擦係数と車輪荷重に基づいてタイヤ横力の限界値を算出する。次に、この算出された限界値と車両状態量推定手段3から推定状態量として与えられる各車輪のタイヤ横力とから、予め定義しておいた関数により危険度を算出する。危険度とは、一般的に言えば車両の限界に近づくほど増加し、例えば百分率で表すならば限界を超える点で100%になるように定めればよく、最も簡単には

(推定タイヤ横力) ÷ (タイヤ横力の限界値) × 100 という式が考えられる。このようにして算出された危険度が予め定めてあるしきい値を超えた場合には、車両が危険な状態であると判断する。なおこの判断においては、例えばライトスイッチの状態を検知することにより、暗部での走行か明部での走行かを判定し、それに応じて危険度のしきい値を変化させることも考えられる。

【0008】車両が危険な状態にあるとの判断がなされた場合にはその危険状態を引き起こす原因となった運転操作を運転操作判定手段8が判定する。具体的には運転操作判定手段8は、車両操作量検出手段1により検出されたハンドル、ブレーキ、アクセル等の操作量の入力を受け、これら操作量の時間変化、例えば急ハンドルや無理なハンドルの切り直し、旋回中の急なブレーキやアクセルの操作などを監視しており、その何れがタイヤ横力に関して車両の危険状態を引き起こした直接的な原因となっているかを判断する。その判断の基準には、例えば操作量の変化量の大小を用いることができる。変化量の大小は、例えばハンドル、ブレーキ、アクセル等の平均的な操作量に対する実際の操作量の百分率などを用いて比較する。このようにして得られた運転操作判定手段8の判断結果は操作反力印加手段5に入力される。これを受けて操作反力印加手段5は、車両の危険状態惹起の原因と判定された車両操作に対応する車両操作手段に対し操作反力を変化させる。

【0009】タイヤ横力に関する具体的な例としては、例えば緩やかなハンドル操作によってカーブを通過中に急なブレーキをかけた場合であれば、それによりタイヤ横力が急激に増大する。そしてこのことでタイヤ横力の危険度がしきい値を超えると、運転操作判定手段8によ

って変化量の大きいブレーキ操作が危険度増大の原因操作であると判定され、操作反力印加手段8がブレーキに対する操作反力を増加させる。これによって運転者は、ハンドルとブレーキの複合操作のうち、ブレーキ操作を緩めるべきであることを認知し、スピン等が発生する前に回避のための運転操作を行うことができる。このようにブレーキに対する操作反力を増加させて安全性を確保することについては、歩行者の飛び出し等によって車両の状態量に関わらず、どうしても急ブレーキを踏まざるを得ないような状況下での運転操作が問題になる。しかしこの問題は操作反力印加手段8で与える操作反力の最大値を運転者に可能な踏力以下に設定しておくことで有効に回避することができる。これについては運転者に応じて自由に操作反力の最大値を調整できるようにしておくことで、運転者が交代した場合にも対応することができる。なおアンチロックブレーキシステムを搭載した車両の場合には、逆にブレーキに対する操作反力を減少させることで運転者にブレーキ操作の増加を促し、これによりアンチロックブレーキを作動させることによって危険を回避することになる。

【0010】またタイヤ横力に関する他の具体的な例として、緩やかなハンドル操作によってカーブを通過中に急にアクセルを踏み、これによりタイヤ横力が急激に増大してその危険度がしきい値を超えた場合であれば、運転操作判定手段8によって直前に行ったアクセル操作が原因であると判定され、操作反力印加手段8はアクセルに対する操作反力を増加させる。これにより運転者は、ハンドルとアクセルの複合操作のうち、アクセル操作を緩めなければ危険な状態になる可能性があることを認知し、ドリフトアウト等が発生する前に回避するための運転操作を行うことができる。

【0011】さらにタイヤ横力に関する他の具体的な例として、曲線路を通過中に緩やかなブレーキ操作による減速を行っている状態で比較的急なハンドル操作を行い、これによりタイヤ横力の危険度がしきい値を超えた場合であれば、運転操作判定手段8によって変化量の大きいハンドル操作が原因であると判定され、操作反力印加手段8がハンドルに対する操作反力を増加させる。これにより運転者は、ブレーキとハンドルの複合操作のうち、ハンドル操作を変更しなければ危険な状態になる可能性があることを認知し、スピン等が発生する前に回避のための運転操作を行うことができる。勿論この場合においても、運転者がハンドルに印加された操作反力以上の力を加えれば、運転者の初期の意志通りの運転が可能となり、落石等、タイヤ横力の限界による危険以上の危険を回避することはできる。

【0012】以上では旋回時におけるタイヤ横力を例にとって説明したが、これ以外の危険に対しても本発明は有効である。例えば、車高の高いRV車やトラックなどにおいて重心位置と旋回横加速度から算出したロールヨ

一モーメントを用い、車両の横転限界値に対する危険度を判定し、危険状態を誘発した運転操作に対する操作反力を変化させることにより、横転の危険を回避することも考えられる。または車両の制駆動力変化に対する車輪速度変化と車体速度それぞれの推定値の変化を比較し、車体速度変化に対して一定以上に大きな車輪速度変化が起こっていれば、その場合には雨天時に見られるハイドロブレーニング現象などによって路面摩擦係数が極端に低下しており、危険な状態にあると判断する。そしてこの結果に基づいて、車輪の空転を引き起こす原因となる急激なアクセルやブレーキの操作を抑制することも考えられる。

【0013】本発明は以上のように、様々な危険状況に対して、これを車両状態量からの確に検出するとともに、その原因となった運転操作を判定し、これに応じて危険状態原因の運転操作に対応する操作手段に対して操作反力を変化させ、このことで運転者に危険回避に必要な操作を効果的に知らせるようにしている。このため本発明によれば、車両走行時に発生する可能性のある様々な危険を効果的に回避するための運転支援が可能となる。

【0014】図3に第2の実施形態による運転支援装置の構成を示す。本実施形態は、記憶手段9と比較手段10及び車両位置検出手段11が追加されており、これらにより言わば学習機能を発揮できるようにされている点で第1の実施形態と相違している。ここでも第1の実施形態の場合と同様に、タイヤ横力の大きさを判断する場合の例について述べる。まず、危険状態判定手段7において、路面摩擦係数や車輪荷重などの状態量を用いてタイヤ横力の限界値が算出される。また危険状態判定手段7は限界値と推定タイヤ横力を用いて危険度を算出する。この算出した危険度が予め定めてあるしきい値を越えた場合には、車両が危険な状態にあると判断される。その場合には、その判断がなされた時点を含む予め定めた期間について、変化のあった運転操作における操作量の時間的変化パターンを記憶手段9に記憶する。例えば危険度を上昇させた操作がハンドル操作である場合には、そのハンドルの旋回角度などの変化パターンを、危険であると判断された時点から予め決めた期間さかのぼって記憶しておく。この記憶手段9に記憶された危険状態惹起原因操作の変化パターンは、いわば学習データとしてその後において車両が危険状態にあるか否かの判断をなすのに用いられる。具体的には比較手段10において現在の車両操作量の時系列データの変化パターンを記憶手段9に記憶の変化パターンと比較し、両者が同じかよく似ていれば、車両が以前に危険な状態だと判断された時と同じような状況におかれたということ、つまり危険な状態にあると判断する。このような学習的機能を付加することで、より効果的に危険を回避することが可能となる。またこのような学習的機能は、同じような危険

状態招来の運転操作パターンが繰り返されてる場合に、それを誤った運転操作の癖として運転者に指摘するようなことにも利用することができる。その指摘は、例えば危険状態招来の原因となった運転操作に対する操作反力を危険状態招来の繰り返し回数に応じて増加させることで行なうことができる。このことは運転者にその誤った運転操作の癖を自覚させることにつながり、ひいては運転者の技能向上に役立つ。

【0015】記憶手段9には、以上のような操作量の変化パターンに加えて、記憶させる操作量の変化パターンが生じた時点での車両の位置情報も記憶させる。そして危険状態の判断に際して車両の現在位置情報と記憶位置情報との対比もなす。車両の位置情報は車両位置検出手段11で得る。そのために車両位置検出手段11は、例えばカーナビゲーションで用いられるGPSシステムなどにより車両の地理的な絶対位置を検出するように構成する。このようにすることで、車両が以前同じ位置で危険な状態だと判断されたことがあるという情報も含めて判断することができるため、さらに効果的な危険回避が可能となる。つまり、路面状況の変化要因は路面のおかれた環境によるところが大きく、例えば水はけが悪く水たまりになりやすいところや北側斜面で凍結しやすいところなど、過去に危険な状況に陥った経験データを蓄積することで危険度算出の精度が向上し、より効果的に危険を回避できるような運転操作の抑制をなすことができるようになる。さらに、危険であると判断されたときの車両の状態量も記憶手段9に記憶させ、これも併せて比較することにより、車両の危険度判定の精度をより一層高めることも可能である。なお本実施形態では車両の位置情報を得るために車両位置検出手段11を用いているが、他の手段で位置情報を得るようにすることも可能である。

【0016】以上説明したように本実施形態では、過去に似た状況において危険な状態になったという経験情報を利用できるため、より効果的に危険を回避することが可能となるばかりでなく、運転者の不適切な運転操作の癖を矯正することも可能となる。また、位置情報を利用することで、過去に同じ場所において危険な状態になったという経験情報も利用できるため、より正確な危険度の算出が可能となり、さらに一層効果的な危険回避のための運転操作の誘導が可能となる。

【0017】図4に第3の実施形態による運転支援装置の構成を示す。本実施形態の運転支援装置は、車両前方の道路情報を検出する道路情報検出手段13、道路情報検出手段13により検出された道路情報から必要な操作量を予測する操作量予測手段14、及び予測された操作量を用いて将来の車両状態量を予測する車両状態予測手段12を第1の実施形態のそれに追加した構成となっている。道路情報検出手段13は、例えばカーナビゲーション装置の地図情報から例えば曲線道路の曲率や坂道の

勾配などを算出するような構成とするのがその例である。また車両に取り付けたカメラの画像から必要な道路情報を求めるような構成とすることも考えられる。さらに、道路上に打ち込まれた磁気ネイルによって情報を入手したり、路車間通信によって曲率や勾配ばかりでなく、渋滞情報、事故情報、道路工事情報等の道路情報を入手することも考えられる。

【0018】操作量予測手段14は、道路情報検出手段13により得られた道路曲率からその曲率に見合ったハンドル角を予測したり、道路情報検出手段13により得られた道路の勾配からその勾配に見合ったアクセル及びブレーキの操作量を予測したりする。一方、状態予測手段12は、操作量予測手段14により予測された操作量に従った場合の車両の状態を予測する。そのために状態予測手段12は、例えば車両状態量推定手段3におけるのと同様な車両運動モデル実行手段を有しており、推測車両操作量に基づいて将来の車両状態量を逐次算出し、また将来の走行軌跡も逐次算出する。

【0019】危険状態判定手段7は、前記のような現在の危険状態の判定とは別に、状態予測手段12により予測された車両状態量を用いることで将来の危険状態も予測する。例えば見通しの悪いカーブを通過中に、緩やかなハンドル操作とともに急なアクセル操作を行い急加速した場合を考える。車両状態予測手段12は、この状態で走行を続けたときの未来の車両の状態量及び走行軌跡を予測する。この予測において、先に述べた例のようにタイヤ横力が限界近辺に達する、つまりタイヤ横力の危険度がしきい値を超えることが考えられる。また、これに伴うドリフトアウトによって車両軌跡が道路を逸脱する可能性も考えられる。危険状態判定手段7は、これらの危険度を判定し、危険であると判断した場合、変化量の大きい操作であるアクセル操作に対する操作反力を増加させ、運転者に警告を発する。また、たとえこのアクセル操作は急激な操作でなくとも、操作量予測手段14によって予測された操作量に対する比較において最も偏差が大きい操作であると判断され、この判断に基づいてアクセルに対する操作反力を増加させる場合もある。

【0020】一方、同様のカーブに進入する際にブレーキ操作が弱いために、スピード超過によって道路から車両が逸脱する可能性あるいはタイヤ横力が限界に達する可能性があるとして判断した場合、直前に行った操作であるブレーキ操作の操作反力を減少させ、運転者により強いブレーキ操作を促す。またこの例において、弱いブレーキ操作を行った後、運転者が完全にブレーキペダルから足を離してしまい、直前の操作であるブレーキ操作の操作量が0であると判断された状態で危険度がしきい値を超えた場合、アラーム表示、あるいは音声により運転者に警告を発することも考えられる。

【0021】また、同様のカーブを通過中にハンドル操作の遅れにより、走行軌跡が道路を逸脱する危険がある

と判断した場合には、直前の操作であるハンドル操作の操作反力を減少させ、運転者にハンドルの切り足を促すことも考えられる。さらに、道路情報検出手段13によって、前方の事故、渋滞による停車、或いは工事による障害物の存在等の情報を検知した場合、操作量予測手段14は、これを回避するための運転操作を予測する。運転者がこれに気付かず例えば必要な減速動作を行わなかった場合、操作量予測手段14が予測した操作量に対してブレーキの操作量が大きな偏差を持つ。この状態で、危険状態判定手段7が算出する走行軌跡が前方の障害物と接触する可能性があるとして判断した場合、予測した操作量に対して最も大きな偏差を持つブレーキ操作に対する操作反力を減少させ、運転者にブレーキ操作を促す。

【0022】また、道路情報を利用せずに、検出した車両操作量に基づき現在の車両操作を維持した場合の走行軌跡を推定し、それに基づいてタイヤ横力等の車両の状態量を予測することで、車両が不安定になるか否かを判断することができ、これにより危険度を判定することも可能である。以上のように本実施形態によれば、将来の車両の走行に対して危険度がどの程度になりそうかを予測することができ、この予測の下に運転者の運転操作に関連付けて操作反力を変化させることができる。そのため、危険回避のためのより一層効果的な運転支援が可能となる。

【0023】以下では、本発明による運転支援装置で対処することを想定している危険状態のいくつかの例とそれぞれへの対処の仕方についてまとめて説明する。想定される危険状態A：スピン、ドリフトアウト（旋回方向の運動にともなう危険状態）。スピンやドリフトアウトなどの車両の旋回方向の運動にともなう危険を考える。この危険状態の判定に必要な状態量はタイヤの横力である。この場合、主要な外力である遠心力に対して、抵抗となるタイヤ横力が限界値に対してどの程度の割合になっているかによって危険度を定義することができる。タイヤの横力は、よく知られたブラシ理論等によれば、路面摩擦係数、車輪荷重、及びタイヤと路面の間に作用する縦方向と横方向のすべり率によって定まる。ここで路面の摩擦係数は、図2に関して説明した可変パラメータとし、車両運動モデルを用いて推定する。

【0024】車輪荷重は、上述のように車両状態量推定手段3で推定することができる他に、例えばサスペンションを構成するばねのストロークを検出することにより検知可能である。さらに、加速度計によって検出される車体のロール方向の加速度から車輪荷重を推定することも可能である。また、ロール方向の加速度ばかりでなく、ピッチ方向の加速度もあわせて考慮すれば、加減速による車輪荷重の変化も考慮することができる。すべり率に関しては縦方向と横方向を考慮する必要がある。すなわち、路面の摩擦係数は、縦及び横方向のすべり率に

応じてそれぞれの方向に分配されるため、横力を考える場合にも縦方向のすべり率を考慮する必要がある。縦方向のすべり率に関しては、車両の速度と各車輪の回転速度から、例えば安部正人著「自動車の運動と制御」に記載の方法に従って計算できる。ここで車輪の回転速度はエンコーダ等の装置によつて計測可能である。また車両の速度は従動車輪の回転速度から計算することができ、急制動等によつて車輪がロックした場合は、ロック直前の車輪の速度と、車両の進行方向の加速度から推定可能である。また横方向のすべりは、タイヤの横すべり角から、例えば上記「自動車の運動と制御」に記載の方法に従って計算できる。

【0025】また、タイヤの横すべり角はハンドル操作による舵角と車両全体の横すべり角によつて決まる。舵角はハンドルの操作量から計算することができ、車両全体の横すべり角は、例えばヨーレートセンサ等の情報から推定することができる。以上述べたような計算アルゴリズムを車両運動モデル上に搭載し、さらに、以上述べたようなセンサ情報を車両運動モデルに入力すれば、タイヤの横力を推定することができ、その危険度を計算することができる。また、ハンドルやブレーキ・アクセルの操作によって、舵角や車輪速度等が変化し、その操作を継続することによってタイヤ横力がどの程度危険な状態に陥る可能性があるかについても推定可能である。

【0026】想定される危険状態B：障害物との衝突（進行方向の運動にともなう危険状態）。障害物との衝突等の車両の進行方向の運動にともなう危険を考える。この危険状態判定に必要な状態量はタイヤの制動力及び車両速度である。見通しの悪いカーブの先の渋滞等により他車両が停車していたり、工事等によって進行方向前方に障害物が存在している場合等がこれに相当する。この場合、車両が障害物に到達するまでに、スピン等ともなうことなく危険回避できる速度まで減速する必要がある。この場合の危険度は、危険回避のための理想的なブレーキ操作を行う際のタイヤの制動力が、タイヤが発生することができる限界制動力に対してどの程度の割合になっているかで定義することができる。タイヤの制動力も上記したタイヤの横力と同様に、路面摩擦係数、車両荷重、及びタイヤと路面の間に作用する縦方向と横方向のすべり率によって定まる。これらの値は、上記した方法により直接計測するか、もしくは車両運動モデルを用いた手法により推定することができる。また危険度としては、車両速度による定義を考えることも可能である。すなわち、衝突回避のための理想的な運転操作を行なう場合の車両速度と現在の車両速度の比によつて危険度を定義することができる。このように複数の危険度を定義し、何れかの危険度がしきい値を超えた場合に危険発生の可能性があると判断することにより、効果的な危険回避が可能となる。

【0027】想定される危険状態C：他車との衝突（進

行方向、もしくは旋回方向の運動にともなう危険状態）。上記した想定される危険状態Bの特別な場合として、他車との衝突等の危険を考える。この危険状態判定に必要な状態量はタイヤの横力と制動力、それに他車との距離と車両の速度である。この場合は、ターゲットである他車が移動することを考慮する必要がある。これに対しては、車載カメラもしくは超音波センサ等の情報から、距離、速度、加速度等の状態量を計算し、将来の軌跡を推定することにより危険回避のために必要な理想的運転状態を計算することが可能となる。この場合の危険度としては、理想的な運転状態における他車との距離、速度等の状態量に対する現在の状態量の比率、あるいは、危険回避を行う場合のタイヤの横力、もしくは制動力の限界値に対する比率で定義することも可能である。このように複数の危険度を定義し、何れかの危険度がしきい値を超えた場合に危険発生の可能性があると判断することにより、上記したように、効果的な危険回避が可能となる。

【0028】想定される危険状態D：ロールによる横転（ロール方向の運動にともなう危険状態）。この危険状態判定に必要な状態量はロールモーメント、それにハンドルとアクセルそれぞれの操作量である。例えば、車高の高いRV車やトラック等のように重心が高い車の場合、旋回時の横転に対する危険性が高い。ここで旋回時の横転には二つの可能性がありうる。一つは旋回中の遠心力による横転である。この場合の危険度は遠心力によって車体に作用するロールモーメントと、サスペンションによって支えることができるロールモーメントの比率で定義することができる。遠心力は車体に作用する横加速度を計測することにより検知可能である。通常の車両では、車両の重心高さは車両固有の値であり、初期状態から大きく変化することはない。従つて初期的に設定した重心高さから、横転に寄与するロールモーメントを算出することができる。一方トラックの場合、積載している荷物によって車両の重心高さが大きく変化することが考えられる。この場合は、車両の重心高さを図2に示した可変パラメータとし、計測した車両の状態量と車両運動モデルによって算出した状態量との比較によつて誤差修正を行い、正確な重心高さを推定することが可能である。また、サスペンションによって支えることができるロールモーメントは車両に固有の値であり、初期的に設定しておけばよい。例えば旋回中にハンドルの切り足しを行い、遠心力が増加して危険度がしきい値を超えた場合、危険状態を誘発したハンドル操作に対する操作反力を加えることができる。また、アクセル操作を行うことによつて車両速度が増加し、遠心力が増加して危険度がしきい値を超えた場合、危険状態を誘発したアクセル操作に対する操作反力を加えることができる。

【0029】旋回時の横転には、もう一つ、ハンドルの切り返しにともなう揺り返しによる横転がありうる。例



えば、車体は右旋回中には左側にロールしており、左側のサスペンションにはね力が蓄積されている。この状態で急激な左旋回を行うと、左旋回によって発生する右向きの遠心力に加えて、左側のサスペンションのばね力が開放されることによって発生する右向きのロール慣性力が発生し、ロールモーメントが増加することによって横転の危険性が増加する。この場合、左旋回中の左のサスペンションのストロークを計測することにより、サスペンションに蓄積されたばね力を推定することができる。また、右旋回中の左向きの加速度からも推定は可能である。この状態で左向きのハンドル操作を行った場合、上記したロールモーメントの大小関係によつて横転の危険性を判定することができる。したがって、横転に至るハンドル操作量に対する現在のハンドル操作量の割合から、危険度を定義することができ、危険回避のための操作反力を加えることができる。また、ハンドル操作量が横転に至る限界値を超えない場合でも、アクセル操作によって車両速度が増加すると、遠心力が増加することによつて横転が発生する可能性がある。したがって、現在のハンドル操作量が維持された場合の横転に至るアクセル操作量に対する現在のアクセル操作量の比からも危険度の定義が可能であり、これに応じて操作反力を加えることもできる。さらに、こうした複数の危険度を逐次算出し、何れかの危険度がしきい値を超えた場合に、該当する操作に対する反力を加えることも可能である。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明の基本的な形態によれば、車両における各種の状態量を把握しつつ車両の危険状態を判定するとともに、複合した運転操作のうちから危険状態に至らしめる操作を判定し、この操作に対する操作反力を変化させることによって、危険回避のための運転操作に誘導するようにしているため、単一の運転操作のみを対象とする場合に比べて、より安全性\*

\*を高める運転支援が可能となる。また本発明の付加的な形態によれば、車両操作量や車両の位置を記憶しておくことで過去に似た状況または同じ場所において危険な状態になったという経験情報を利用できるため、さらに効果的に危険を回避するための運転支援が可能となる。また本発明の他の付加的な形態によれば、車両の将来の状況変化を推定して危険状態を判定することができるため、運転者を事前に危険回避行動に誘導することができ、さらに一層安全性を高める運転支援が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態による運転支援装置の構成図である。

【図2】図1の運転支援装置における車両状態量推定手段の構成図である。

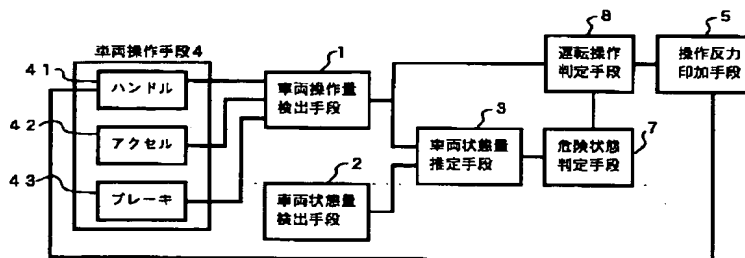
【図3】第2の実施形態による運転支援装置の構成図である。

【図4】第3の実施形態による運転支援装置の構成図である。

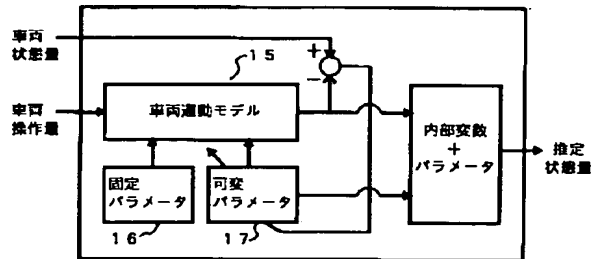
【符号の説明】

- 1 車両操作量検出手段
- 2 車両状態量検出手段
- 3 車両状態量推定手段
- 4 車両操作手段
- 5 操作反力印加手段
- 7 危険状態判定手段
- 8 運転操作判定手段
- 9 記憶手段
- 10 比較手段
- 11 車両位置検出手段
- 12 車両状態予測手段
- 13 道路情報検出手段
- 14 操作量予測手段

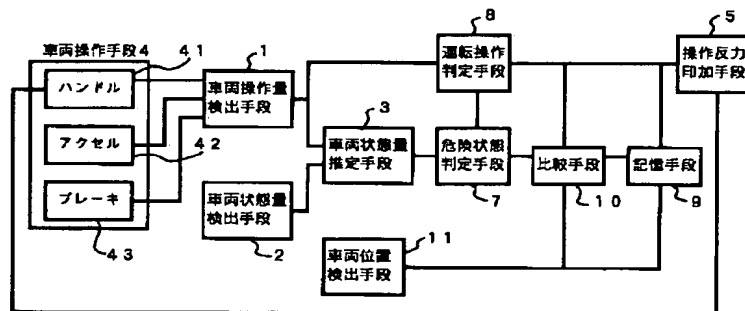
【図1】



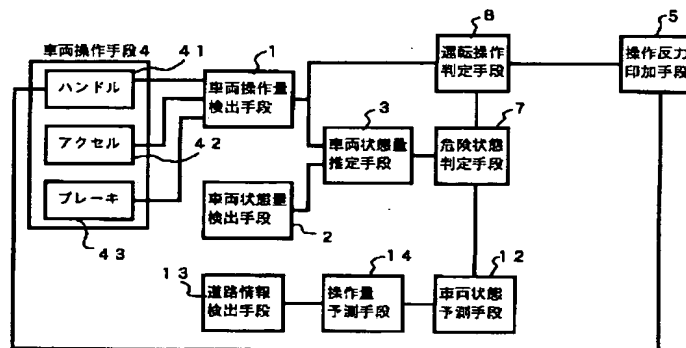
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
B 6 0 R 21/00	6 2 6	B 6 0 R 21/00	6 2 6 D
	6 2 7		6 2 7
	6 2 8		6 2 8 B
			6 2 8 C
	6 3 0		6 3 0 E
			6 3 0 D

			6 3 0 C		
B 6 0 T	8/00		B 6 0 T	8/00	Z
B 6 2 D	6/00	Z Y W	B 6 2 D	6/00	Z Y W
F 0 2 D	11/04		F 0 2 D	11/04	C
G 0 8 G	1/16		G 0 8 G	1/16	C
			D		
// B 6 2 D	111:00		B 6 2 D	111:00	
	113:00			113:00	
	137:00			137:00	
(72)発明者	横山 篤		Fターム(参考)	3D032 DA03 DA29 DA33 DA87 DA88	
	茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内			DA92 DA93 DC36 DC38 EB12	
(72)発明者	門向 裕三			EB16 EB17 FF03 GG01	
	茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内		3D037	FA13 FA16 FA23 FA24 FA25	
(72)発明者	斎藤 博之			FA26 FB09 FB10 FB12	
	茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所自動車機器グループ内		3D046	BB18 BB19 BB23 HH00 HH02	
				HH05 HH08 HH20 HH21 HH22	
				HH25 HH36 HH46 JJ07	
			3G065	CA21 CA22 CA31 GA29 GA46	
				GA49 GA50	
			5H180	AA01 CC04 CC11 EE02 LL01	
				LL02 LL04 LL08 LL15	